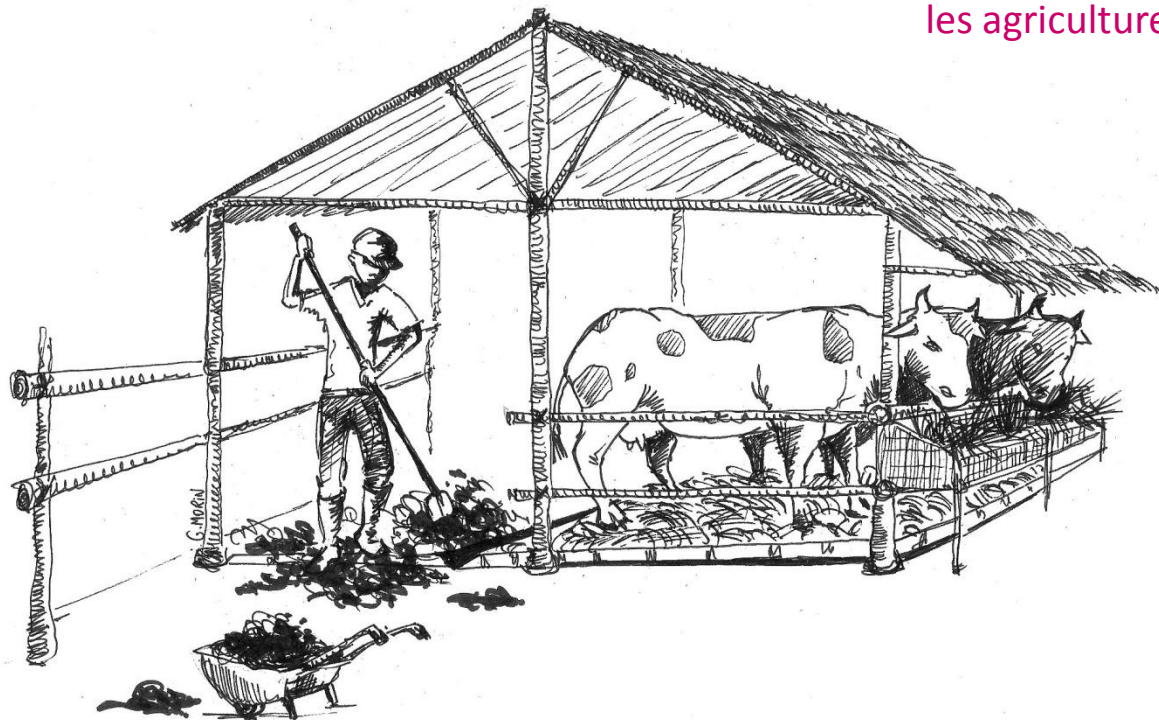


# Pratiques d'amélioration de la qualité des fumiers



LA RECHERCHE AGRONOMIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT

Innovons ensemble pour  
les agricultures de demain



Montpellier  
**SupAgro**



*Atelier de travail sur l'Intégration Agriculture Elevage*

*Antsirabe, 20 et 21 juin 2011*



# Objectifs

- ❑ pourquoi s'intéresser à la **qualité des fumiers** ?
- ❑ caractériser les **facteurs de variation** de la qualité des fumiers dans les élevages bovins laitiers du Vakinankaratra
- ❑ rappels sur la fertilisation **organique** des cultures

# Définition



❑ **fumier** : produit de la fermentation d'un mélange de pailles ± piétinées et de déjections animales

(permet un recyclage efficace des éléments minéraux + concentrés et + assimilables que dans les résidus de départ)



■ **amendement** : améliore les conditions physico-chimiques du sol

■ **engrais** : fournit des éléments minéraux pour la croissance des plantes

- ✓ maintien des teneurs plus fortes en MO
- ✓ améliore la structure
- ✓ en sol acide, augmente le pH et réduit toxicité aluminique
- ✓ en sol alcalin, diminue le pH
- ✓ etc.

- ✓ **azote**
- ✓ phosphore
- ✓ potassium
- ✓ éléments secondaires et oligo-éléments (S, Ca Mg, Zn, F, etc.)

# Définition



## classement des matières organiques

engrais à effet organique  
avec peu d'azote minéral

vieux fumier  
vieux compost  
résidus de culture

**équivalent à un amendement  
organique**

engrais à effet starter avec  
beaucoup d'azote minéral

lisiers  
purins  
fumiers frais (sortie étable)  
fientes volaille  
composts jeunes  
engrais verts

**équivalent à un engrais minéral**

à la fois **amendements** et **engrais complets**, les matières organiques  
ont **plusieurs actions** (ce que n'auront jamais les engrais minéraux)

# Constat n°1

il n'y a pas UN fumier !





# Constat n°2

vision très approximative de la composition des fumiers

espèce	type	azote (N) %	phosphore (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) %	potassium (K <sub>2</sub> O) %
bovins	fumier	0,3 – 2,8	0,17 – 0,81	0,50 – 4,26
ovins, caprins	fumier	0,6 – 0,9	0,31 – 0,52	0,70 – 1,39
porcins	fumier	0,5 – 0,9	0,57 – 0,83	0,82 – 1,22
volailles	fumier	0,5 – 2,4	0,80 – 2,50	0,40 – 1,87

pour **bien valoriser** les matières organiques animales il est nécessaire de connaître  
**leur composition**

d'un élevage à l'autre et à l'intérieur d'un même élevage, des **différences significatives**  
peuvent exister

**liées :**

- ☐ à l'alimentation des animaux (fourrages, concentrés, etc.) et à l'animal
- ☐ au mode de logement
- ☐ au mode de stockage et les pratiques d'amélioration

# Constat n°2

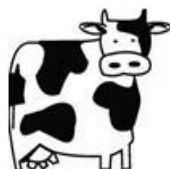
selon le type d'animal, les matières organiques ont des caractéristiques stables



❑ les porcs produisent des engrais équilibrés en NPK



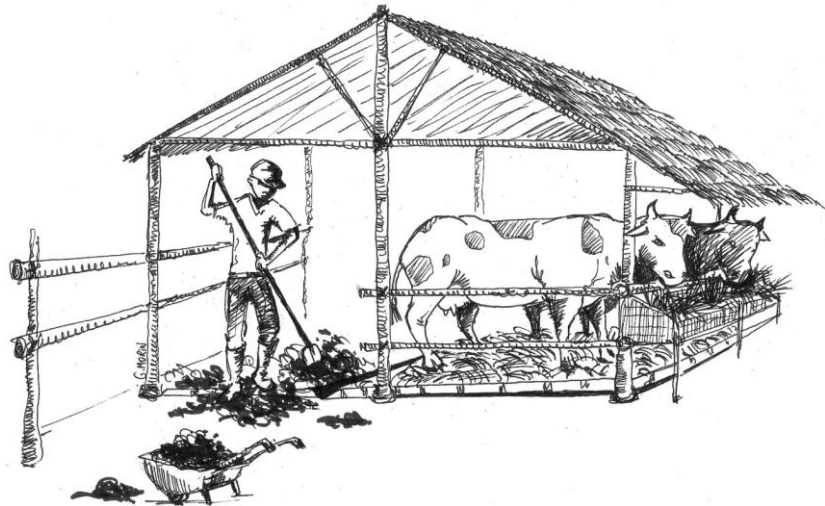
❑ les volailles produisent des engrais riches en phosphore



❑ les ruminants produisent des engrais très riches en potasse, surtout si le logement est sous litière

# Constat n°3

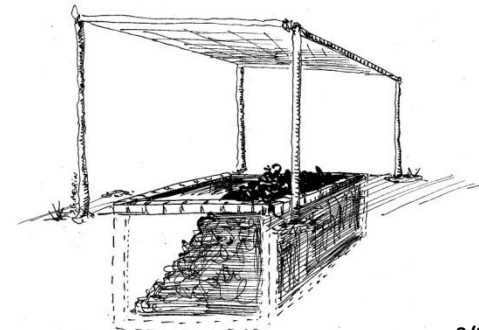
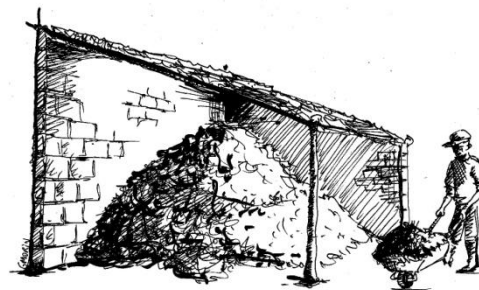
les pratiques de gestion du fumier ont un fort impact sur leur qualité



- ☐ type d'étable (toit, sol, orientation, etc.)
- ☐ type de litière
- ☐ fréquence du raclage
- ☐ etc.

- ☐ type de stockage

- ☐ ajout d'autres MO
- ☐ retournement
- ☐ etc.





# Travaux en cours ...

... d'où l'intérêt des travaux en cours (Constance, Noambinina, Baptiste, Bakoly, Lova, Robinson) ... dans le cadre de la collaboration avec le projet BVPI SE/HP

Caractérisation des facteurs de variation de la **qualité** et la **conservation des nutriments** des fumiers dans les élevages bovins laitiers du Vakinankaratra

**QUALITE DU FUMIER = TENEUR EN AZOTE**

# Questions soulevées

- ❑ quelles sont les **pratiques de gestion du fumier** par les éleveurs bovins laitiers du Vakinankaratra ?
- ❑ quelles sont les **variables** qui expliquent le plus la variabilité de la qualité des fumiers ?
- ❑ quelles sont les **étapes clés** de perte ou de gain de qualité du fumier au cours de son processus d'évolution et de stockage ?
- ❑ quelles sont les **pratiques** à retenir pour optimiser la fabrication d'un fumier de qualité ?

# Méthodologie, analyses & calculs

## □ sélection de 60 exploitations mixtes

### **listes d'éleveurs rassemblés comptait :**

- ✓ 77 éleveurs étudiés par BVPI SE/HP
  - ✓ 5 éleveurs suivis par ROVA
- ✓ 144 éleveurs suivis par FIFAMANOR
- ✓ 82 éleveurs répertoriés par la DRDR
- ✓ 19 éleveurs suivis par AVSF/Ramilamina
  - ✓ 4 éleveurs étudiés par S. Alvarez

### **construit une typologie « neutre »**

Analyse en Composantes Principales (ACP) à l'aide du logiciel R  
principales variables explicatives des différences entre les exploitations :

- ✓ nombre de vaches laitières
  - ✓ nombre de génisses
- ✓ surfaces disponibles sur rizières
- ✓ surfaces disponibles sur tanety

# Méthodologie, analyses & calculs

## □ enquêtes et observations sur le terrain

(4 stages d'étudiants + ingénieurs)



### trois sous-systèmes :

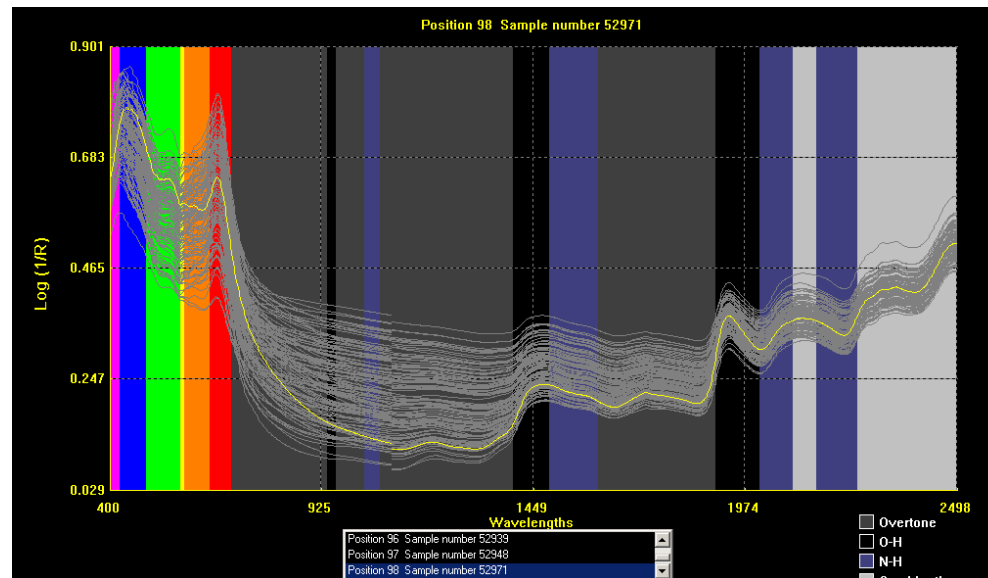
1. aliment – animal (fèces)
2. étable (litière raclée)
3. tas de fumier (fumier)

# Méthodologie, analyses & calculs

## □ échantillonnage

(aliments, fèces, litières raclées, fumiers, autres produits)

## □ analyses de laboratoire et prédictions composition chimique (N) par spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR)



le spectre de l'échantillon  $\times$  1 équation calibration = valeur azote (N) prédite

# Méthodologie, analyses & calculs

## □ analyse statistique des données

**Objectif :** déterminer les pratiques des éleveurs qui sont spécifiquement associées aux teneurs en azote

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Niveau étable													
IDENTIFICATION EXPLOITATION			VARIABLE A EXPLIQUER	VARIABLES POTENTIELLEMENT EXPLICATIVES									
nom enquêté	date enquête	numéro identification enquête	teneur en azote de la litière (%)	type de logement	fuites niveau logement	type de sol	présence de litière (O/N)	% Matière Sèche litière végétale	% N litière végétale	fréquence ajout litière (jours)	fréquence retrait litière (jours)	util	b
Rahelisoana	11-May-10	1	1.8	étable	pas de fuites	sol bétonné	O	47	8.6	0.5	0.5		
M. Jules et Mme Jeannine	13-May-10	2	1.5	étable	pas de fuites	sol bétonné	O	0	0.0	0.5	0.5		
M. Rakoto	14-May-10	3	1.6	étable	trous toit ou cloison	sol nu	O	35	5.5	0.5	0.5		
RAKOTO William	20-May-10	4	1.7	étable	pas de fuites	sol dallé ou en pierres	O	0	0.0	1.0	2.5		
RAZAFINDRAKOTO Jean-Richard	25-May-10	5	1.6	étable	trous toit ou cloison	sol nu	O	91	4.3	1.0	183.0		
RAHELIAISOA Voamgimalala	28-May-10	15	2.2	étable	pas de fuites	sol nu	O	0	0.0	1.0	1.0		
RAHARISOA Laurette	29-May-10	16	1.5	étable	pas de fuites	sol nu	O	45	9.0	0.5	8.0		
RAVELONANTOANDRO Edmond	31-May-10	17	2.3	étable	pas de fuites	sol nu	O	0	0.0	1.0	1.0		
RABENIVARY	31-May-10	18	1.9	étable	pas de fuites	sol nu	O	87	4.9	1.0	2.5		
RAKOTONTRABE Armand	31-May-10	19	1.6	étable/piquet	pas de fuites	sol nu	N	0	0.0	0.0	1.0		
RANAIVO Eugène	31-May-10	20	1.8	étable/piquet	pas de fuites	sol dallé ou en pierres	O	0	0.0	1.0	1.0		
RANDRIANASOLO Maurice	01-Jun-10	21	1.0	étable	pas de fuites	sol nu	O	75	7.1	1.0	1.0		
RAOELIJAOA Simon	01-Jun-10	22	1.6	étable	trous toit ou cloison	sol dallé ou en pierres	O	88	6.8	1.0	4.0		
ANDRIANASOLO Gaston	02-Jun-10	23	1.7	étable	trous toit ou cloison	sol nu	O	0	0.0	1.0	1.0		
RATEFINANAHARY Arson	02-Jun-10	24	1.6	piquet	trous toit ou cloison	sol nu	O	39	10.8	5.0	15.0		
RABENJAMINA DOLA Richard	02-Jun-10	25	1.7	étable	trous toit ou cloison	sol bétonné	O	0	0.0	1.0	1.0		
RAKOTONDRA LININA Georges	02-Jun-10	26	1.4	étable	pas de fuites	sol nu	O	0	0.0	1.0	1.0		
RAFALY Norisoa Julienne	02-Jun-10	27	1.7	étable	pas de fuites	sol nu	O	0	0.0	1.0	2.0		
RAKOTOMANANA Emmanuel et Honorine	03-Jun-10	28	1.9	étable	pas de fuites	sol nu	O	0	0.0	2.0	2.0		
ROABIVELONIANAHARY	04-Jun-10	29	1.6	étable	trous toit ou cloison	sol nu	O	0	0.0	3.5	3.5		
RAKOTONIRINA Stanislas et Perline	04-Jun-10	30	1.5	étable	pas de fuites	sol nu	O	47	7.6	1.0	3.0		
RABRIJOELA Jean	10-Jun-10	31	2.1	étable	pas de fuites	sol nu	N	0	0.0	0.0	1.0		
RAKOTONDRA NAIVO Charles	10-Jun-10	32	1.7	piquet	pas de fuites	sol dallé ou en pierres	O	0	0.0	1.0	3.5		
RAKOTOMALALA Victor	10-Jun-10	33	2.6	piquet	absence toit ou cloison	sol dallé ou en pierres	O	0	0.0	1.0	1.0		
RAHARISOA Florine	11-Jun-10	34	1.3	étable	pas de fuites	sol nu	O	56	4.7	1.0	2.5		

□ pratiques/variables potentiellement explicatives :

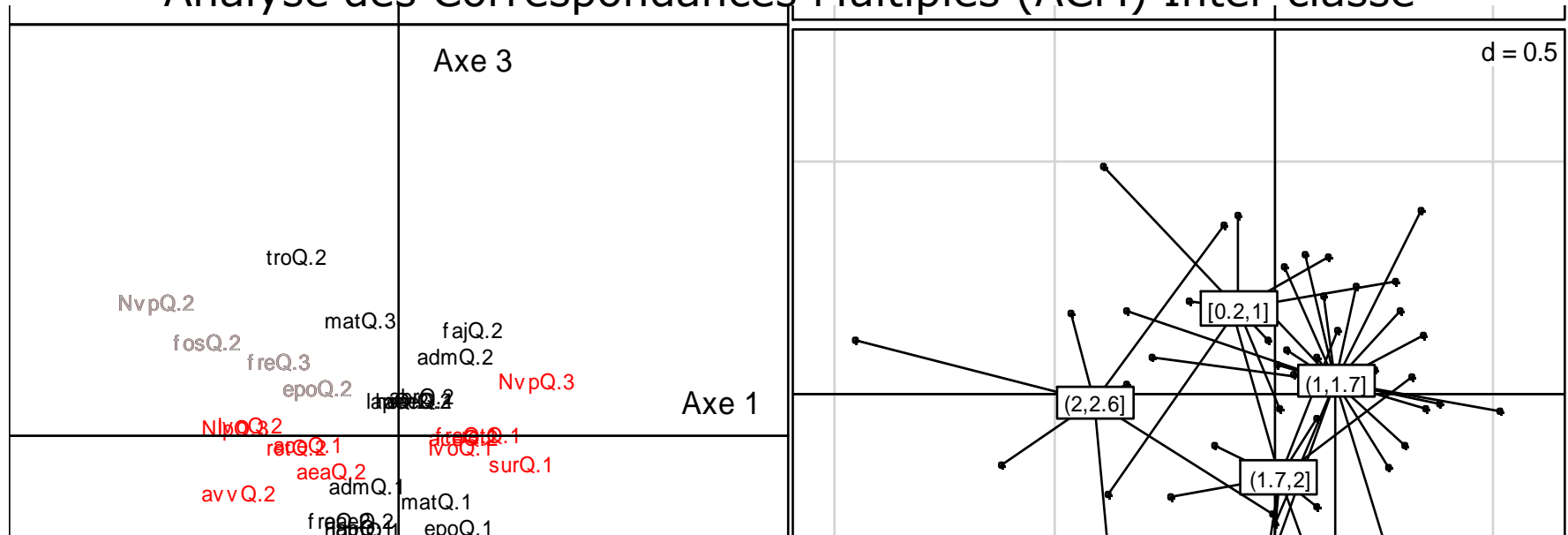
6 variables au niveau de l'animal / alimentation  
 11 variables au niveau de l'étable  
 28 variables au niveau du stockage du fumier



# Méthodologie, analyses & calculs

## □ analyse statistique des données

### Analyse des Correspondances Multiples (ACM) Inter-classe



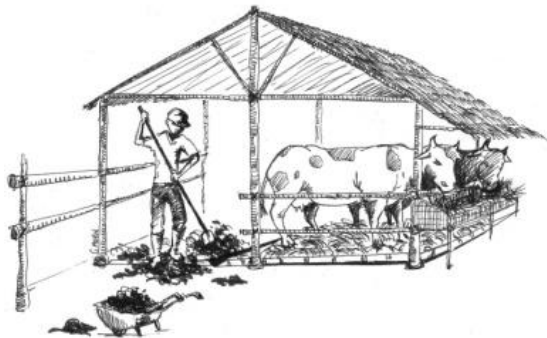
permet de **représenter géométriquement** des données statistiques, et transforme en distances euclidiennes des proximités statistiques entre individus

sur les graphiques de l'analyse factorielle, nous pouvons observer des **regroupements**, des oppositions, des tendances, impossibles à discerner directement sur un grand tableau de variables

# Résultats

## facteurs de variation (pratiques de gestion) de la qualité des fumiers

### au niveau de l'étable



- ☞ étable sans toit ni façades
- ☞ aucune litière végétale (ou autre que la paille de riz)
- ☞ ajout de nouvelle litière peu fréquent (> 4 jours)
- ☞ litière souillée retirée peu souvent (1 fois/2 mois)

### *Pratiques défavorables*

### au niveau du stockage fumier



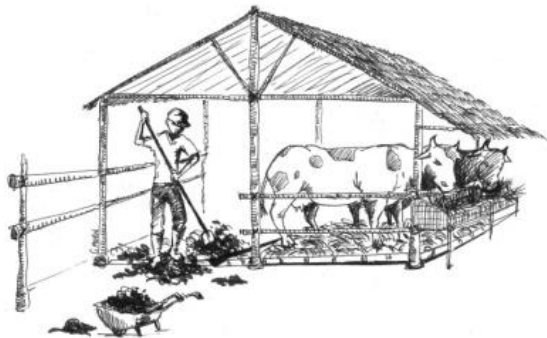
- ☞ surface du tas de fumier très étendue
- ☞ pas d'ajout des purins
- ☞ temps de maturation du fumier > 60 jours
- ☞ laps de temps homogénéisation-épandage > 1 jour

Fumier de **mauvaise qualité** (0,2 % d'azote)

# Résultats

## facteurs de variation (pratiques de gestion) de la qualité des fumiers

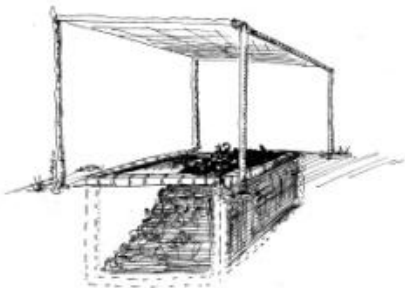
### au niveau de l'étable



- ☞ poser une dalle sur le sol de l'étable
- ☞ ajouter de la paille de riz en tant que litière
- ☞ retirer la litière souillée 1 fois par semaine
- ☞ garder les animaux en permanence à l'étable

### pratiques favorables

### au niveau du stockage fumier



- ☞ stocker le fumier en fosse
- ☞ ajouter du lisier de porc et de la litière des volailles
- ☞ retourner le tas au moins une fois en saison sèche
- ☞ arroser le tas de fumier si trop sec

Fumier de **bonne qualité** (2,6 % d'azote)

# Suite ...

mettre à disposition des conseillers agricoles des **référentiels précis** et **opérationnels** pour améliorer la qualité des fumiers

à partir d'un système d'élevage donné, le conseiller pourra déterminer et prédire globalement la quantité et la qualité des fumiers qu'il sera possible d'obtenir sur l'exploitation

à partir du diagnostic du calendrier cultural et des surfaces à épandre le conseiller pourra recommander la quantité de fumier à épandre

# Méthodologie, analyses & calculs

## Valorisation du fumier

### 1. Pratiques de gestion & qualité du fumier

**Mauvaises pratiques**

- ☞ étable sans toit ni façades
- ☞ aucune litière végétale (ou autre que la paille de riz)
- ☞ ajout de nouvelle litière peu fréquent (> 4 jours)
- ☞ litière souillée retirée peu souvent (1 fois/2 mois)

**Au niveau du stockage fumier**

- ☞ surface du tas de fumier très étendue
- ☞ pas d'ajout des purins
- ☞ temps de maturation du fumier > 60 jours
- ☞ laps de temps homogénéisation-épandage > 1 jour

**Bonnes pratiques**

- ☞ poser une dalle sur le sol de l'étable
- ☞ ajouter de la paille de riz en tant que litière
- ☞ retirer la litière souillée 1 fois par semaine
- ☞ garder les animaux en permanence à l'étable

**Au niveau du stockage fumier**

- ☞ stocker le fumier en fosse
- ☞ ajouter du lisier de porc et de la litière des volailles
- ☞ retourner le tas au moins une fois en saison sèche
- ☞ arroser le tas de fumier si trop sec

**Fumier de mauvaise qualité**

**0,2 % d'azote**

1,8% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
4,0% K<sub>2</sub>O

couleur grise  
fumier léger et sec

**Qualité moyenne**

**1,5 % d'azote**

3,1% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
7,2% K<sub>2</sub>O

couleur noir verdâtre  
fumier dense et humide

**Fumier de bonne qualité**

**2,6 % d'azote**

4,4% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
9,0% K<sub>2</sub>O

couleur noir foncé avec tâches blanches  
fumier humide à texture pailleuse

### 2. Recommandations des quantités à épandre

pour couvrir les besoins N, P et K des plantes

**Seulement du fumier (sans engrais minéraux)**

Culture	QUANTITE FUMIER (kg/are/an)*		
	Mauvais	Moyen	Bon
Riz (2 tonnes/ha)	2 080	370	250
Maïs (2 tonnes/ha)	2 490	440	300
Haricot (800 kg/ha)	1 000	200	130
Tomate (20 tonnes/ha)	1 100	200	130
Pomme t. (15 tonnes/ha)	2 470	440	300
Fourrage (40 tonnes/ha)	7 310	1 300	890

**Fumier (50 kg / are) + engrais minéraux**

Culture	QUANTITE Engrais Minéraux (kg/are/an)		
	Mauvais	Moyen	Bon
Riz (2 tonnes/ha)	0,6 NPK* 1,0 urée	0,3 NPK* 1,0 urée	0,9 urée*
Maïs (2 tonnes/ha)	0,6 NPK* 1,2 urée	0,3 NPK* 1,2 urée	1,2 urée*
Haricot (800 kg/ha)	0,6 urée	0,5 urée	0,4 urée
Tomate (20 tonnes/ha)	0,3 NPK* 0,5 urée	0,5 urée	0,4 urée
Pomme t. (15 tonnes/ha)	2,2 NPK* 0,8 urée	1,9 NPK* 0,8 urée	1,6 NPK* 0,8 urée
Fourrage (40 tonnes/ha)	2,1 NPK* 3,6 urée	1,8 NPK* 3,6 urée	1,5 NPK* 3,6 urée

\* Diviser les quantités par 2 si les apports de fumier sont faits tous les ans

\* Ajouter de la potasse (0,2 à 1,9 kg/are/an)

Auteurs : B. Salgado, C. Bannier, M. Ballesteros, B. Ballesteros, F. Lancelotti, B. Ballesteros, C. Ballesteros, E. Tillet, V. Ballesteros, M. Lancelotti

fiche technique disponible sous peu ...

# Conclusion

❑ la fertilisation organique peut-elle remplacer un apport de P et K minéral ?

OUI, le P et K des matières organiques sont assimilables et disponibles comme dans un engrais minéral

si le bilan (apports – besoins) est positif (ou neutre), il est inutile d'ajouter du phosphore et de la potasse minérale

❑ la fertilisation organique peut-elle remplacer un apport d'azote minéral ?

l'azote est un élément instable qui se présente sous plusieurs formes dans les matières organiques

une seule forme (nitrates) est assimilable par les plantes

cette forme est présente de façon très hétérogène selon le type de produit

ainsi, l'apport d'azote par les matières organiques ne remplace pas toujours un apport d'engrais minéral



# Merci pour votre attention



# Fertilisation organique des cultures

évaluer les apports des  
fertilisants organiques



apports / composition chimique

- ☐ azote
- ☐ phosphore
- ☐ potassium

effet directe (valeur fertilisante)



*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf - habit.

besoins

- ☐ croissance
- ☐ développement
- ☐ production graines

calendrier d'application

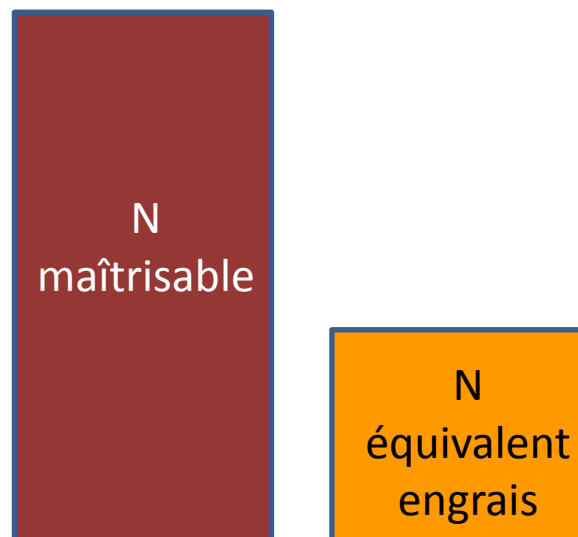
évaluer les besoins des  
cultures

équilibrer les quantités apportées (minérale et organique) aux besoins des cultures

# Fertilisation organique des cultures

- ❑ les apports d'azote par les effluents d'élevage sont **loin d'être négligeables**
- ❑ il est important de les estimer correctement, pour **ajuster** au mieux la fertilisation minérale

quantifiable en :



# Fertilisation organique des cultures

**l'azote maîtrisable** est la part d'azote pouvant être récupérée et épandue  
présent sous **trois formes** :

- ❑ **minérale** (principalement ammoniacale, rapidement nitrifié dans le sol)

fraction absorbable par les plantes la première année après l'apport  
on l'appelle azote équivalent-engrais ou azote efficace ou effet direct

- ❑ **organique**, qui constitue un stock assez stable dans le sol

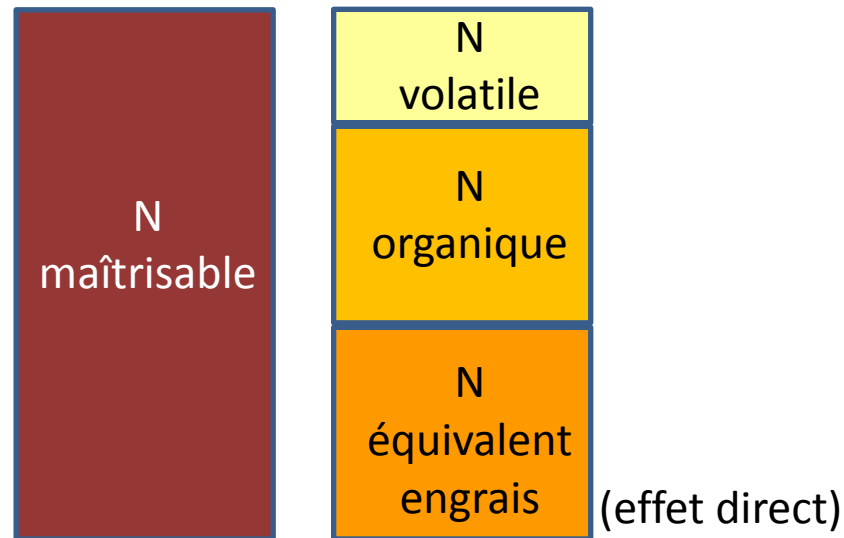
n'est pas absorbable par les plantes telle quelle, mais pourra être minéralisée dans le sol, et  
ainsi être rendue disponible progressivement les années suivantes

- ❑ **gazeuse**, la volatilisation d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) ou d'oxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ )

a lieu essentiellement pendant ou juste après épandage

elle peut être importante (50% de l'azote apporté) selon les conditions d'épandage (matériel,  
météorologie, couverture du sol, etc.) et selon l'effluent

# Fertilisation organique des cultures



ces ratios sont **très variables**, ils dépendent de :

- ☐ la nature de la matière organique
- ☐ le mode d'élevage
- ☐ les pratiques de stockage et d'amélioration des matières organiques
- ☐ le matériel, période et conditions d'épandage
- ☐ etc. ...

# Fertilisation organique des cultures

## calcul de l'effet direct d'un épandage

effluent	teneurs de l'effluent (unités/tonne produit)			coefficients d'équivalence de l'azote				coefficients d'équivalence du phosphore	coefficients d'équivalence de la potasse
				sur culture de printemps		sur prairies			
	N	P	K	automne	printemps	automne	printemps		
fumier bovin	8,2	5,1	12,6	0,2	0,3	0,1	0,05	1	1

exemple : épandage de **5 t/ha** de fumier au printemps sur maïs

quantité totale d'azote apportée = 5 t x 8,2 = **41 unités d'azote**

effet direct = quantité d'azote disponible pour la culture = 41 x 0,3 = **12 unités d'azote**



# Fertilisation organique des cultures



apports

- ☐ azote « direct » : 12 unités
- ☐ phosphore : 25 unités
- ☐ potassium : 63 unités



*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf – habit.

besoins

?

5 t fumier bovin / ha

équilibrer les quantités apportées (minérale et organique) aux besoins des cultures

# Fertilisation organique des cultures

besoins azote (N), phosphore (P) et potassium (K) des cultures

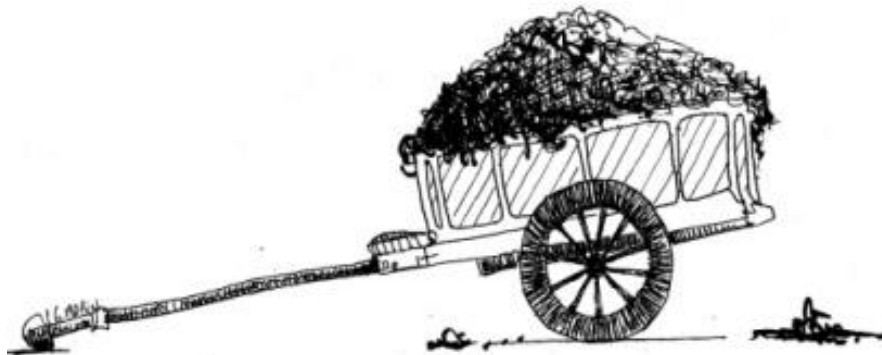
culture	azote (N/ha/an)	phosphore (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/an)	potassium (K <sub>2</sub> O/ha/an)
pomme de terre, cultures maraîchères	55 – 70	20 – 45	15 – 30
maïs ou riz pluvial	50 – 70	10 – 45	8 – 30
avoine, ray-grass	130		
pennisetum kizozu	150	20 – 45	15 – 30
brachiaria	150	20 – 45	15 – 30

variables selon :

- ☐ le type de sol (pauvre, riche)
- ☐ les conditions météorologiques
- ☐ le rendement des cultures
- ☐ etc.

# Fertilisation organique des cultures

- ❑ faire le bilan entre besoins et apports
- ❑ calculer les quantités de fumier à épandre



encore  
Merci pour votre attention

